

## 日本海の発生について

藤 田 至 則\*

### On the Generation of the Japan Sea

Yukinori FUJITA\*

(1993年 7 月14日受理)

(Received 14, July, 1993)

#### Abstract

The large-scale collapse basin and the Japan Sea basin that were formed during the Mesozoic-Cenozoic eras are similar in the processes of their generation and development. From such a standpoint, the writer has discussed this problem many times. In the present article, the writer mentions the points that have not been sufficiently discussed in the previous papers.

He considers, in particular, that the continental crust which later became the stage of the great collapse basin and the Japan Sea basin had suffered upheaval and denudation in the Proterozoic era, followed by denudation due to upheaval in the Paleozoic era too, and similar processes continued down to the Mesozoic era. The collapse in this case started with the west side and advanced eastward, so that the duration of upheaval-denudation was longer on the east side. Accordingly, the rate of thinning of the crust was higher in the collapse basin on the east side. The crust of the Japan Sea is especially thin, indicating that the eastern part of the Japan Sea came to have the thinnest crust.

#### まえがき

太平洋周縁の大陸や島弧などには、幅数千kmにわたる、はげしい火成活動を伴う中生代～新生代のアルプス変動帯に属する環太平洋変動帯が分布する（藤田, 1979, 1980, 1982, 1986; 王・李, 1985）。

東アジアの環太平洋変動帯には、日本列島にはほぼ平行する北北東～南南西方向の4列程の大型の

---

\* ふじた・ゆきのり  
自宅：〒214 川崎市多摩区長尾6-19-8  
Home address: Nagao 6-19-6, Tamaku, Kawasaki, 214, Japan

撓曲性～陥没性の堆積盆地群がみられる（王・李，1985）が，そのうちの最東部のそれに日本海深海部と沖縄トラフの盆地群が含まれている。

東アジアには，環太平洋変動帯と同時に発生した，ヒマラヤから天山にかけて東西方向のテーチス変動帯が分布する（王・李，1985； 藤田，1986）。

### **東アジア環太平洋変動帯における撓曲性～陥没性堆積盆地と内海深海盆地の発生について**

大型の撓曲型～陥没型堆積盆地と内海性深海堆積盆地の配列，それらと小型の火成岩体や小型陥没盆地の分布，撓曲型～陥没型盆地の発生順序，日本海深海盆地の発生についてのべる。

#### **1. 大型の撓曲型～陥没型盆地と内海性深海盆地の配列について**

東アジアの環太平洋変動帯には，北北東－南南西方向のほぼ4列の大型堆積盆地群ならびに内海型深海盆地群が配列している。

一番西側がオルドスー四川の撓曲型堆積盆地の系列，その東隣りが松遼－華北の陥没型堆積盆地系列である。

また，その東隣りが，蘇北陥没型堆積盆地が中心で，北方の沿海州西隣りの堆積盆地，南方の中国南西部の小型の陥没盆地群などがこの系列に属している。

一番東側の列は，日本海の深海部の陥没盆地と，沖縄トラフの深海盆地の系列がこれに属している。なお，中国の南東部の沖合から海南島北東方にかけて分布する海底の陥没盆地が分布しているが，これは，この第3列目の盆地群の一つである可能性がある。

#### **2. 火山性～進入性の小型陥没群と松遼陥没盆地・日本海深海盆地の相関性**

大型の撓曲ないし陥没盆地の，ときとして内部，大部分はその外側に，はげしい中性，酸性，そして塩基性の火山活動と，その後の中性，酸性，および塩基性の進入活動が生じる場所がある。図1には，こうした地域を示してある。

これらのうち，火山性～進入性の火成活動が集中しているのは，松遼陥没盆地の周辺，日本海の周辺である。ついで，大型の蘇北陥没盆地と，中国南西部の黄海・南海ぞいの地帯の小型陥没盆地にもみることができる。

こうした地帯の火山活動の全貌は Ignatyev, *et al.* (1992) に詳しい。とくに中国の南西部の一部には，日本列島において，筆者や筆者ほか，かねてから主張してきた，径20km以下の隆起－陥没－火山活動で生じる地質形態と似ているものが多く分布しているといわれている\*。

日本海深海部のまわりでは，日本列島の日本海側，朝鮮半島東海岸一帯，そして，沿海州などには，白亜紀～鮮新世にかけて，酸性・中性・塩基性の火山活動を伴う小型陥没盆地や小型貫入岩が広く分布している。こうした相関性は，上記に指摘した関係と同じとみることができる（図1）。

また，図1にも示しておいたが，日本海深海部に白亜紀の閃緑岩体が10ヶ所程も現われていること，中新世～鮮新世の火山岩体が30ヶ所以上も分布していることは注目すべき現象である（糸野，1992の資料）。ということは，白亜紀や新第三紀に，日本海の周辺部のはげしい火成活動は，陥没盆地内にも局所的ながら進行したことを意味しているからである。

#### **3. 大型の撓曲型～陥没型堆積盆地ならびに日本海深海盆地の形成順序**

\* 中国科学院大地構造研究所での聴き取りによる。

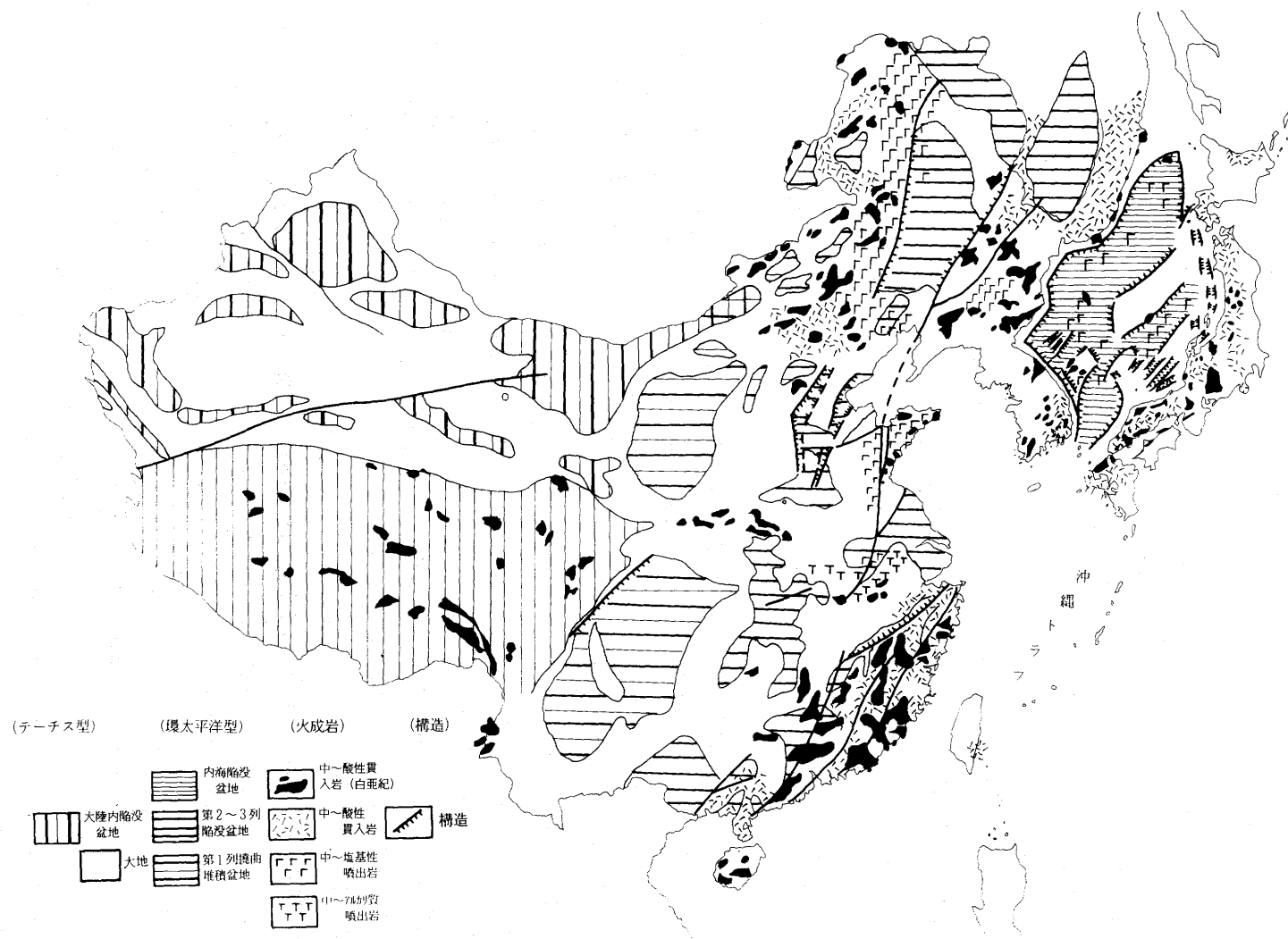


図1 東アジアの環太平洋～テチス変動帯の白亜紀における撓曲～陥没盆地と火成岩の分布図。

中国地質科学院地質研究所・武漢地質科学院 (1985) とベルセネフ・クラスニイ (紬野, 1992) の資料に加筆。

日本列島と日本海の火成岩は、白亜紀～中新世のものが含まれている。

前記の北北東～南南西方向の4列の大型の撓曲型～陥没型堆積盆のうち、最西部のオールドスー四川系列の堆積盆地群は、ごく一部に陥没が現われるだけで、主として撓曲型である。

なぜ陥没でなく、撓曲型になったかについては、すでに筆者は次のように説明している（藤田，1986）。すなわち、古生代の名残りの二畳紀の浅海域が三畳紀中期まで残された本地域の地下に、マントル溶融体のつき上げが生じたため、先二畳紀などの固い岩盤は陥没したものの、表層の軟弱な中～下部三畳系や上部二畳系などは撓曲しつつおちこみ、上記の撓曲盆地が出現したということである。四川堆積盆地の東西断面によるデボン紀～三畳紀に至る地質構造を復元した朱夏編の論集（1983）には、この見方がよく示されている。ちなみに、そこに指摘されている、四川堆積盆地の西側の陥没は、とくに、西側基盤のつき上げが大きかったことを意味するのであろう。さらに、四川盆地全体が断裂～陥没で性格づけられているということが同論集で指摘されているが、その解釈は正しいと思われる。こうした構造が何回もつき上げられつつ活動し、今日の高地熱流地帯の完成をうながし、それが、石油・石油ガス資源形成の要因になっていると考えられる。こうした大型陥没盆地の底が、盆地発生期に断裂し、ブロック化するのが、環太平洋変動帯の大型堆積盆地や内海の深海部の特徴といつてよいであろう。

つぎに、西側から2列目の、松遼～華北の陥没性の堆積盆地群についてみると、松遼陥没盆地の場合は、二畳紀までの台地性の海域が二畳紀前半期に消滅し、ジュラ紀に陥没がはじまっている。華北陥没盆地にあっては、二畳紀末に台地性海域が姿を消し、大型湖沼盆地となって三畳紀まで残ったが、陥没はジュラ紀からはじまっている。

日本海の深海部の陥没\*がいつ発生したかについては、次項の火成活動の状況から推定することができるが、上記のような、西側2列の撓曲～陥没盆地群の発生状況からすると、西側の列ほど早い年代に発生していることからして、第3列としての、西シベリアの沿海州内側の“陥没盆地”や中国東部の蘇北陥没盆地、そして中国南東部の小陥没群などや、第4列としての日本海や沖縄トラフ（木村，1983）などの陥没は、ジュラ紀ないしは、それよりおそい白亜紀に発生した可能性がある。ちなみに、筆者（藤田，1987b）は、日本海深海部の発生を白亜紀後期と規定した。

#### 4. 東アジア環太平洋変動帯の火成活動からみた撓曲型～陥没型堆積盆地と日本海深海盆地の発生

図2に表現されているように、ジュラ紀、白亜紀後期、そして古第三紀にかけての東アジア環太平洋変動帯内における活動域の中心部は、次第に、東方へ収斂しつつ、さいごに日本海へ集中していくという傾向がある（藤田，1979；藤田・雁沢，1982；藤田，1990）。つまり、活動域が東方へ移るということだけでなく、互いに活動域の一部がつねに重なり合いつつ、その中心部が東へ移動するというのが真相である。そして、図2に示したように、少なくとも白亜紀後期以後、古第三紀までに、火成活動が繰り返し活動したのは日本海とその縁辺部だけである。

また、この図には示していないが、新第三紀の中新世になると、大陸側でも日本列島側でも、かつての白亜紀における火成活動域にまでその活動域が拡大・復活し、それがそのまま第四紀に引きつがれている。したがって、日本海域は、白亜紀後期以後、第四紀に至るまで、火成活動が連続して進行した地帯である。

このような事実は、日本海の陥没が、白亜紀以後の火成活動をもたらした地球深部からの何らか

\* 日本海が陥没で生じたことを、その周辺部の直線的な地形から主張したのは、茂木・川上（1966）であった。この見方は正しいと考える。

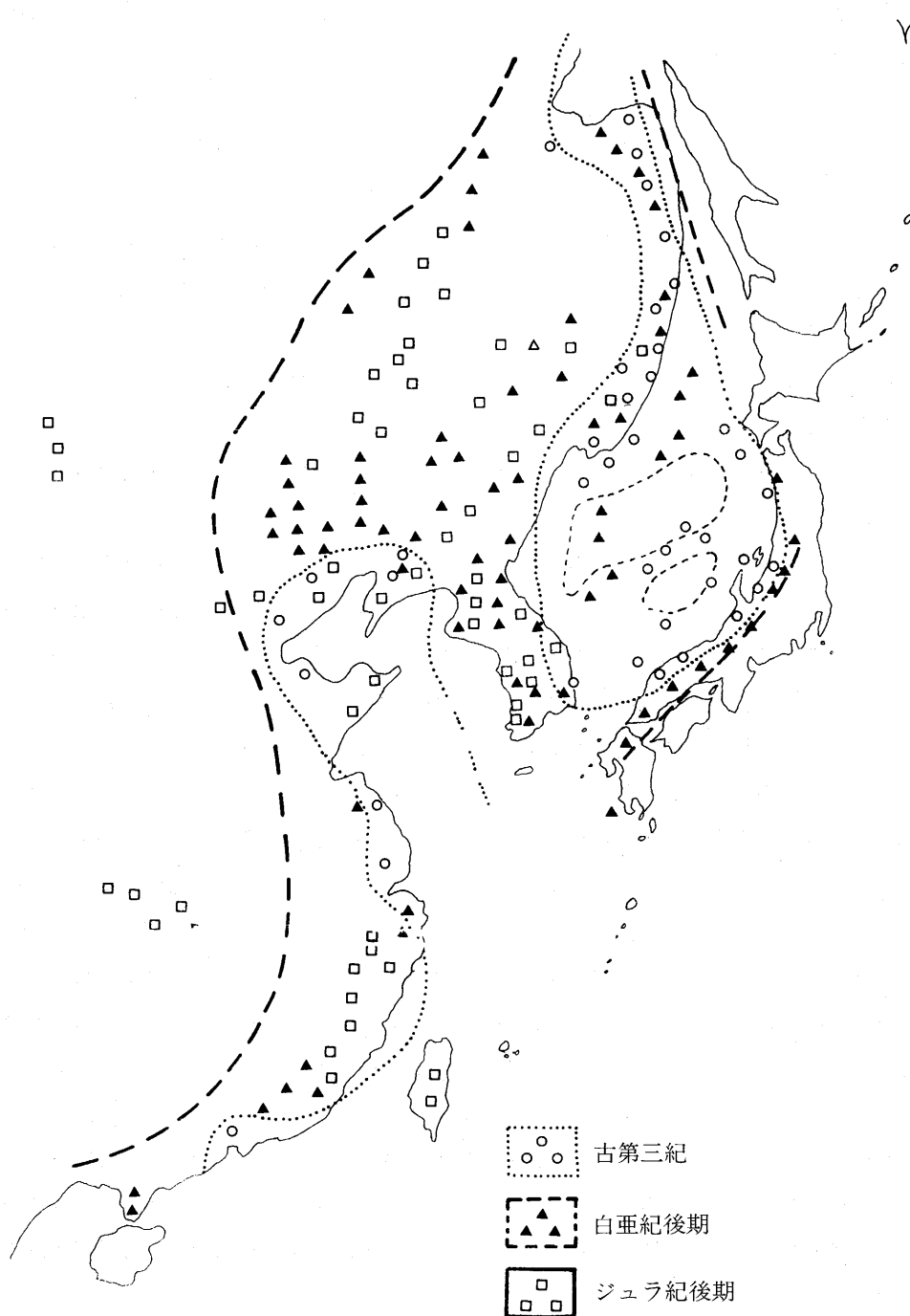


図2 東アジアにおける中生代中期～古第三紀の火成岩の分布略図

細破線：日本海の深海部。 ジュラ紀の火成岩は北西部側にもう少し広く分布する。

の変動に支配されて生じたことを裏づけるものと考ええる。この場合、火成活動をもたらした何らかの変動の内容に関して、図3に示したように考えることができる。

まず、ジュラ紀のマグマだまりは、松遼陥没盆地の周辺から、その東隣りの蘇北陥没盆地の系列下にまで広く発生し、日本海の西隣りの朝鮮半島の付近にまで発生したが、日本海域には群生しなかったとみられる（図3の1参照）。

ついで、白亜紀になると、松遼陥没盆地だけでなく、東隣りの蘇北系列の陥没盆地系は勿論、最東翼の日本海の周辺部の地殻にまでマグマだまりが群生し、火成活動が生じた（図3の2参照）。日本列島の広島変動はその一つの現われであろう。

つぎの古第三紀になると、図3の3からわかるように、日本海域を中心とした地帯にだけ、マグマだまりが群生したのである。

このように、日本海深海盆地が、こうしたマグマだまり群の集中発生した白亜紀～古第三紀を中心に発生した可能性については、すでに指摘済みである（藤田・雁沢，1982）。

ただし、こうした群生マグマだまりの発生が、陥没の引金になったとは考えられない。むしろ、このマグマだまりをもたらした、マントル上部に生じた溶融体の膨張による地殻の隆起－断裂が生じ、続いて上記の火成活動が進行しつつ、日本海の深海盆地が陥没したのではあるまいか。

なお、すでに指摘したが、大陸側の巨大陥没盆地の付近の構造史からすると、隆起は1回だけでなく、当然ながら、隆起・陥没が何回も進行したとみられる（藤田，1987a,b）。

上記の、日本海を中心とする顕著な火成活動の2回の活動も、陥没の2回のフェーズの反映であろう。しかし、日本海を中心とする地域や、日本海内部に発生した中新世と鮮新世の少なくとも2回の新しい火成活動があるので、新第三紀にも、日本海は最低2回の隆起・陥没が生じたと推定することができる（藤田，1987a,b）。

以上のことをまとめると、東アジアの環太平洋変動帯にあつては、三畳紀末に、オルドス・四川の系列の撓曲型盆地群の下方のマントルに溶融体が生じ、それが地殻をつき上げて表層が撓曲した陥没盆地群が生じたとみることができる。溶融体の活動度が小さかったために、表層へマグマ活動を及ぼすほどのマグマだまりや深部断裂群をもたらすことがなかったとみられる。

ジュラ紀になって、松遼・華北の系列と、その東側の蘇北系列の陥没盆地の直下に、マントル溶融体が生じ、地殻が隆起して、新しい2列の巨大陥没盆地群が生じた。これにやや先立って表層のはげしい火成活動が、松遼陥没盆地、華北と蘇北と、中国南西部などの陥没盆地の周辺に進行したのである。

白亜紀になると、上記のジュラ紀における溶融体は引きつづき活動しているが、全く新しく、日本海とその周辺部に溶融体が活動をはじめた。そして引きつづいて古第三紀になると、日本海とその周辺部だけに、溶融体が活動したのである。

このようなことから、日本海の深海部の陥没は、少なくとも白亜紀と古第三紀におけるマントル溶融体の2回の膨張によるつき上げが契機となって発生したと考えられる。沿海州の沿岸では日本海深部の縁辺によって陸側の白亜紀後期の火砕岩層が切られているので、日本海の陥没がかりに白亜紀に生じたとしても、それだけで深海部が生じたのではなく、古第三紀にも、また、前記のよう

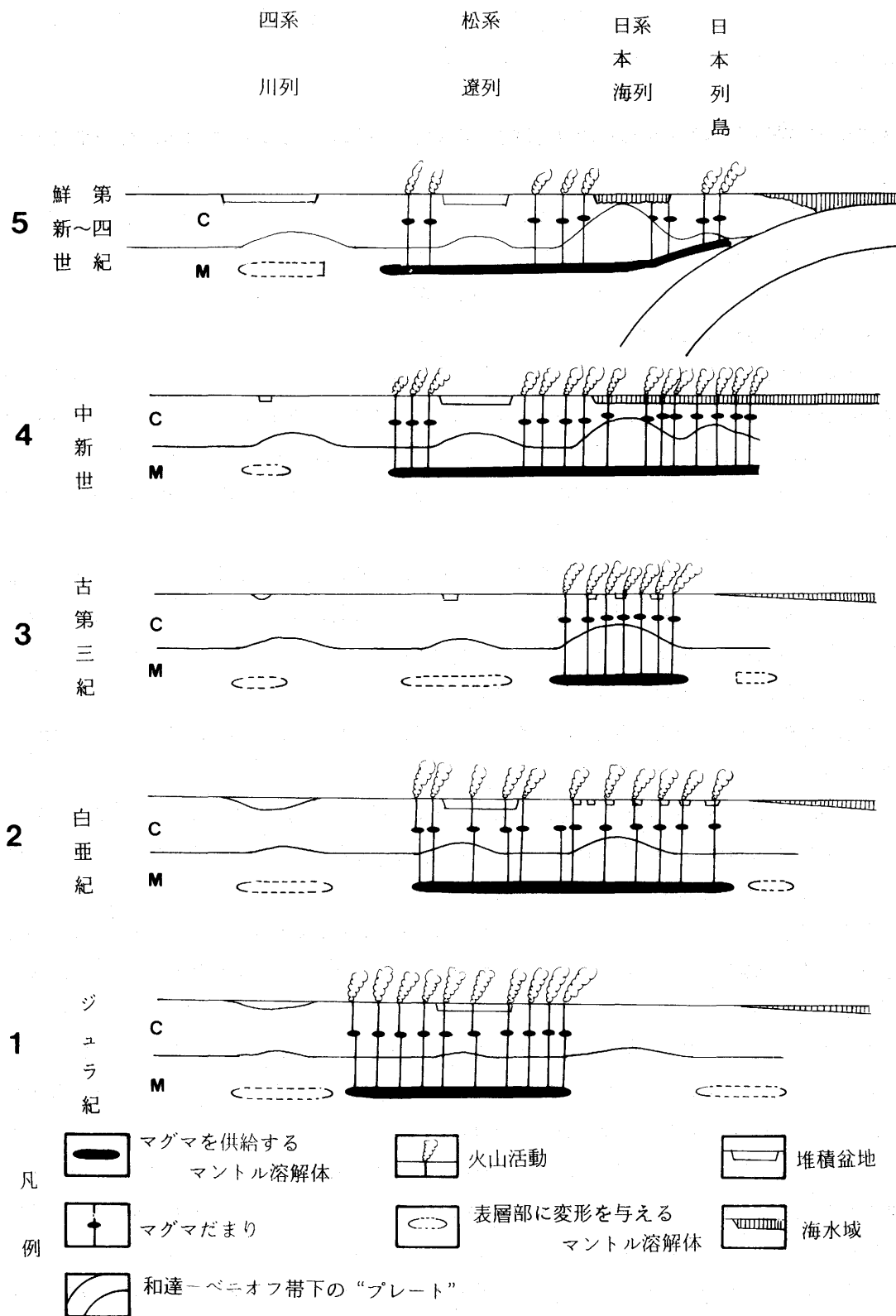


図3 東アジアの環太平洋変動の復元

に新第三紀にも、何回にもわたって陥没が進行したというのが真相と思われる。いうまでもなく、鮮新世以後の海進（藤田，1960；星野，1962，1973）も存在したと考えられる。

## 東アジアの環太平洋変動帯の大型撓曲型～陥没型の堆積盆地と日本海深海盆地の削剝と薄化

日本海の深海部の地殻が海洋型であることを説明する仮説の一つに、隆起・削剝説という見方が知られている。筆者もこの仮説を支持している。このことについてはすでにのべた。ここでは、その仮説のあらましと、その後に発想した若干の新見解についてのべる。

### 1. 隆起－削剝説について

日本海の深海部の地殻が、かつて陸上で継続した隆起のために薄化したのち、アイソスタシの不均衡をとりもどすために沈降して今日のような状態となったとする仮説は、牛来(1967), Gorai (1968) によって提唱された。筆者（藤田，1972,1973）も、Minato (1972) や湊 (1973) もこの見解を支持した。湊は、先カンブリア代から古第三紀までの日本海深海底の隆起－削剝を示す古地理図を画いてそれを説明した。

筆者は、日本海の深海部の広大な地帯の削剝物質が、周辺地域の海域に収容されつくされることに若干の疑問をもち、隆起－削剝が基本と考えながらも、隆起過程で、地殻下方がマントルと交互作用をして破壊された可能性も考えた。こうした見方は、ペロウソフとルーディッチ（1961）の大洋化説（塩基性化説）の影響を受けた見方であった。

牛来（1982）は、その後、隆起・削剝説を取り下げ、地球膨張説に基づく、隆起による地殻の引張裂か説を考えるようになった。

その後、筆者は、日本海の背後の大陸に配列する中生代～新生代に発生した大型の撓曲型～陥没型の堆積盆地が、日本海の深海盆地と、性格が似ていることから、それらを比較して、日本海の発生過程を推定したことについては、前述した。

その類似点とは、①：両者とも、多角形の断裂で囲まれた巨大陥没盆地であること、②：両者とも周辺地帯下の地殻にくらべると盆地下の地殻が薄いこと、③：両者とも地熱流量が、盆地のまわりの地域よりも高いことなどである。

このように両者が多角形の陥没盆地であることは、筆者たち（藤田ほか，1968）がのべたように、マントル側からの隆起によって生じた陥没であることを意味している。このことは、前記の牛来が主張した日本海深海部の隆起－削剝説と整合的である。

この場合、大陸型の大型撓曲型～陥没型堆積盆地下の地殻が大陸型であるのに対し、日本海深海部下方の地殻が海洋型ないし大陸－海洋中間型地殻であるというちがいは、後者の地殻の上部の削剝で説明できると、筆者たちが考えていることは周知である。

ところで、筆者たちの主張する隆起・削剝説が成立するためには、次にのべる2つの問題に対する正当な論理がなければならない。第1に、大陸の隆起・削剝が、いつ頃行われたかについてどのように考えるかということであり、第2には、隆起過程で削剝された物質がどこへ供給され、どのようなところで安定した地層へ転化したかという問題である。



## 2. 隆起－削剝の年代について

湊 (1973) は、日本海の深海部は、先カンブリア代から古第三紀まで陸地であり、長い年代にわたって、その地帯が削剝され、削剝された碎屑物は、日本列島を中心とした当時の海盆に堆積したと考えた。

筆者もほぼこの見方に立っているが、こうした状態を、日本海付近だけでなく、日本海深海盆地と同じ経過を辿ったと考えられる大陸側の、大型撓曲～陥没盆地一帯における構造発達史と日本海付近のそれとを比較・検討することによって、次にのべるような、基盤の隆起・削剝による大陸地殻の薄化の過程を検討した。

**原生代後半の隆起と侵食：**筆者は、東アジアの大型の撓曲型～陥没型の堆積盆地付近は、先カンブリア代後期の19億年前～6億年前の、長い年代にわたって、陸化していたといわれるので、その間に地殻は削剝をうけ続けていたために、地殻の厚さは、まわりのそれより薄化したと推定し(藤田, 1987b), 日本海深海部も、多分、大陸側の大型堆積盆地と同じように、この年代に侵食をうけたものと推定したのである。

これらの大型の堆積盆地や日本海の深海部の陥没盆地をきめた断裂の方向は、ほぼ、北北東～南南西と、東西性の2つを認めることができる。この2つの方向は、先カンブリア代に支配的であった、北北東－南南西、北北西－南南東、および東西性の断裂群 (Moody, 1966; コスイギン, 1987) のうちの2方向のものに相当すると推定できる\*。

こうした2方向の断裂の発生の要因としては、Meyerhoff *et al.* (1992) が主張するように、19億年前にはじまる地球の収縮のため、地球規模の圧縮 (MacDonald, 1963) が考えられる\*。そして、こうした圧縮の過程でいちじるしい撓曲 (隆起と沈降) が生じつつ断裂が生じたため、隆起部の削剝が進んだといった可能性も期待できよう。以上が先カンブリア代における大陸地殻薄化の可能性である。

**古生代の隆起と侵食：**まず、オルドスー四川系列の堆積盆地群には、古生代前期のカンブリア紀～デボン紀初期と、古生代末の二疊紀に、台地型の海域におおわれ、この系列の東隣りの華北などの堆積盆地にも、カンブリア紀～デボン紀初期や石炭紀初期、二疊紀などに台地型の海進があったが、その間の年代にはそれぞれ、隆起期 (海退期) があった。とくに、ここで注目すべきことは、たとえ、こうした海進が生じた年代にあっても、中生代以後に生じた大陸の堆積盆地の分布域は、つねに、まわりの地域よりも、堆積環境はより浅い環境にあり、堆積層の層厚は、つねに、まわりの地域よりも薄かったということである。

なお、より日本海に近い、松遼陥没盆地の場合は、古生代を通じて、まわりに台地型の海進が知られているにも拘らず、松遼陥没盆地を中心とする地域は、つねに隆起地域であったとされている (中国地質科学院地質研究所・武漢地質学院, 1985)。

日本海の深海盆地には、Choi (1984) の主張と、鮎野 (1992) の提示した地質図 (Bersenev and Krasny, 1984, による) による見方からすれば、古生代末に一時的な海進があったほかは、湊 (1973) がのべたように、古生代には、ほとんど隆起域であったとみてよいであろう。

このように、古生代にも、大陸の大型堆積盆地と日本海の深海盆地付近の地殻は削剝・薄化が周

\* じつは Moody (1966) は、他にもいろいろな方向があるとしており、たとえば、南北方向のそれもあるとしている。したがって地球の収縮だけでなく、19億年以前の地球の膨張期 (MacDonald, 1963) に生じたものもあるのかもしれない。

辺部より進んでいたとみられる。

**中生代～古第三紀の隆起：**すでにのべたように、中国大陸から日本海にかけて、北北東－南南西方向に配列する4列の撓曲～陥没盆地群のうち、西から2列目の松遼陥没盆地などがジュラ紀に発生し、3列目の盆地と4列目の日本海深海盆地が白亜紀から古第三紀にかけて発生した。このようなことから考えると、日本海の深海域は、三畳紀～ジュラ紀にはまだ隆起－剝削がつづいていたことになるのであって、中生代の中期までは、日本海域の深海部の隆起－剝削が進行していて、地殻は薄化し続けていたと推定できるのである。これに地殻の下方からの変質が加わったかもしれない。

このように、日本海の深海部の地殻が、大陸地域の撓曲～陥没性の巨大堆積盆地下の地殻よりも、とくに薄化がいちじるしいのは、非常に長い年代にわたる隆起～剝削が継続したためと考えられるのである。

### 3. 日本海の深海盆地の変動

日本海の深海盆地がどんな基盤上にどんな変動によって発生したかということは、日本海の深海部の発生史にとって重要である。また、どんな形式でそれが発生したかということも、それに劣らず重要である。

筆者は、日本海の深海部は、古い基盤上に白亜紀に生じた陥没によって発生しはじめたと推定した(藤田, 1987a, 1987b)。そして、その基盤は先カンブリア代の原生代後期からジュラ紀までの間、隆起－剝削をこうむっていたとのべた。ただし、今日の日本海の大和堆や、沿海州の沿岸などに、古生代末の海成らしい二畳系が分布しているので、Choi (1984) がのべたように深海部の一部にも古生代末期の海成層が分布していたのかもしれない。

こうしたことは、日本海の深海部が、古生代末の台地に生じたことを意味する。星野(1991)が、日本海は、新規の台地、つまりパリスカンの台地に発生したとのべているが、その通りである\*。

図1にも示したように、日本海の深海陥没盆地には、10ヶ所ほどの白亜紀の貫入岩と、30ヶ所ほどの中新～鮮新世の貫入岩が分布している。このほかに、陥没盆地の周辺の断裂したとみられる部分に接した陸側にも、同じ年代の火成岩が多く分布している。しかも、それらがしばしば深海底の中央部などに線状に分布している場合がある。

こうしたことは、深海底部が最初に陥没したと推定した白亜紀だけでなく、その後にくり返して生じた中新世や鮮新世などの変動期においても、深海底部が断裂し、火成活動が生じたことを示している。

したがって、日本海の深海底部は、星野(1991)が主張するように、白亜紀以前の台地が、海進によって静かに深海化したのではなくて、いわゆる白亜紀以前の台地がはげしく変動し－いわゆる地窪のような再活動した台地となり－、深海底がつき上げられて断裂し、それに伴って火成活動の変動場と化しつつ陥没したと考えられる。いわゆる深海底は、白亜紀にも、多分、古第三紀にも、そして、中新世～鮮新世にも、はげしく隆起－陥没し、断裂ぞいに多量の火成岩類が貫入し、火砕岩を放出したのである。今日の深海底が高熱流地帯であることもまた、深海底が第四紀にまで、活動的であったことを示すものである。いうまでもなく、すでにのべたように、この中生代以後の変動以前の先カンブリア代からの長い特殊な条件下に進行した過程が、中生代以後の変動過程に大き

\* 星野(1991)は、筆者が、グリンタフ時代に発生したと主張しているのはまちがいであると批判しているが、それは筆者の古い文献だけをみでの批判であって、本文でのべた筆者の文献(藤田, 1987 a, 1987 b)をみていないための批判である。

な役割を果たしたと思われる。しかし、それはあくまで発生条件の一つと考えるべきであり、星野の指摘する海水準の絶対上昇も同じく補助的条件と考えてそれらを認めなければならない。

いずれにせよ、こうしたことを実証するためには、内陸盆の基底までボーリングをおろして、その発生年代と、その基底層の層相と地質構造を復元する必要がある。

最近、日本海盆や大和海盆のボーリングで、中新世初期の浅海層までの探査に成功しているが、さらにその下位に、どのような年代の地層が存在するか、つまり基盤の地層や岩石を確定することが、日本海の発生問題に関する当面の決め手になるであろう。

## 文 献

- Belousov, V. V., Ruditch, E. M., 1961, Island arcs in the development of the earth's structure — especially in the region of Japan and the Sea of Okhotsk. *Jour. Geol.*, **69**, 647-658.
- Choi, D. R., 1984, The Japan Basin—A tectonic trough. *Jour. Petrol. Geol.*, **7**, 437-450.
- 中国地質科学院地質研究所・武漢地質学院, 1985, 中国古地理図集, 地図出版社, 北京.
- 藤田至則, 1960, 東北日本におけるグリーンタフ地向斜の古地理的・構造史の変遷に関する諸法則. 地球科学, no. 50-51, 22-35.
- 藤田至則・吉村尚久・島津光夫, 1968, グリーンタフ地域における堆積盆地の発生, 発展と変質・変成作用. 地質学論集, no.1, 41-45.
- 藤田至則, 1972, 日本海の起源. 海洋科学, **4**, 14-20.
- 藤田至則, 1973, 日本列島の成立—グリーンタフ造山運動. 築地書館, 東京, 258p.
- 藤田至則, 1979, 中生代～新生代における東アジアの構造運動からみた日本海問題—地殻更新説について. 研究連絡雑誌「日本海」, no.10, 138-149.
- 藤田至則, 1980, 北太平洋縁辺のジュラ紀—現世の広域ブロック性地殻運動. 『地震学者と地質学者との対話』, 東海大学出版会, 149-165.
- 藤田至則・雁沢好博, 1982, 日本海の成立. 『日本海の地質』, 東海大学出版会, 37-58.
- 藤田至則, 1986, 隆起と陥没—環太平洋の問題. 『シンポジウム・陥没と隆起』, 地球科学研究センター設立準備室, 1-32.
- 藤田至則, 1987a, 日本海の起源—隆起・陥没説. 月刊地球, **9**, 256-267.
- 藤田至則, 1987b, 日本海の起源 (補). 月刊地球, **9**, 354-359.
- 藤田至則, 1990, 日本列島の成立—環太平洋変動. 築地書館, 東京, 259 p.
- 牛来正夫, 1967, 日本地質学会総合討論会「日本海地域の地学的諸問題」(1966年10月7日)の発言. 地質学雑誌, **73**, 65.
- Gorai, M., 1968, Some geological problems in the development of Japan and the neighbouring island arcs. L. Drake and L. L. Knopoff (eds.), The Crust and upper mantle of the Pacific area. *Geophysical Monograph*, **12**, Am. Geophys. Union, 481-485.
- 牛来正夫, 1978, 地球の進化—膨張する地球. 大月書店, 東京, 224p.
- 星野通平, 1962, 太平洋. 地団研双書, 136p.

- 星野通平, 1973, 地質時代区分における“中新世末期”の意義について. 地質学論集, no.9, 39-44.
- 星野通平, 1991, 玄武岩時代—地質学の諸カテゴリー. 東海大学出版会, 東京, 456p.
- Ignatyev, A. B., *et al.*, 1992, Volcanic belts and volcano-tectonic structures of the East Asia. Far Eastern Res. Inst. of Raw Materials (DVIMS), Khabarovsk.
- 粕野義夫, 1992, 日本海の海底: 調査研究史資料. 北陸地質研究所報告, no.2, 1-184. [付図: 日本海の海底地質図 (Bersenev, Krasny, 1984)]
- 木村政昭, 1983, 沖縄トラフの陥没構造形成に関する考察. 地質学論集, **22**, 141-157.
- コスイギン, Yu. A. 著・押出敬訳, 1987, 構造地質学. 地球科学センター設立準備室, 251p.
- MacDonald, 1963, The deep structure of continents. *Rev. Geophys.*, **1**, 587-665.
- Meyerhoff, A. A., Taner, I., Morris, A. E L., Martin, B. D., Agocs, W. B., Meyerhoff, H. A., 1992, Surge Tectonics: a new hypothesis of earth dynamics. In Chatterjee, S., Hotton, N.(eds.), *New Concepts in Global Tectonics*, 309-409.
- Minato, M., 1972, Wie sind die Tiefseebecken in den Randmeeren des westlichen Pazifik entstanden? *Umshau*, **72**, 734-736.
- Minato, M., 1973, The origin of “deep sea basins” in the marginal seas behind the island arcs of the western Pacific. *Pacific Geology*, **6**, 95-100.
- 湊 正雄, 1973, 地層学 (第2版). 岩波書店, 東京, 396p.
- 湊 正雄, 1979, 先カンブリア及び古生代の日本海. 研究連絡誌「日本海」, no.10, 188-189.
- 茂木昭夫・川上喜代四, 1966, 日本海の海底地形の諸問題. 日本地質学会総合討論会「日本海地域の地学的諸問題」討論資料, 7-16.
- Moody, J. D., 1966, Crustal shear patterns and orogenesis. *Tectonophysics*, **3**, 479-522.
- 王徳文・李桂群, 1985, 中国における大地構造の多旋廻発展の成因に関する新見解. 地球科学, **39**, 220-228.
- 朱夏主編, 1983, 中国中新生代盆地構造と演化. 石油地質学基礎理論双書, 科学出版社, 北京, 230p.
- 安井 正・上田誠也・渡部輝彦, 1971, 北太平洋西縁部における地殻熱流量とその地球物理学的意義について. 『島弧と縁海』, 東海大学出版会, 289-296.